



INFORME FINAL DE RESULTADOS

Nombre del proyecto: CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD INDUSTRIAL DE TRIGO EN PARCELAS DE VALIDACIÓN ESTABLECIDAS EN EL SUR DE SONORA CICLO 2020-2021.
Fecha del inicio del proyecto: 08 DE SEPTIEMBRE DE 2022
Fecha de terminación del proyecto: 30 DE ABRIL DE 2023.
Responsable del Proyecto: M.C. GABRIELA CHÁVEZ VILLALBA

1. Colaboradores del Proyecto

Nombre / Correo electrónico / Institución	Actividades realizadas por cada participante
Nombre: Dr. Alberto Borbón Gracia Correo Electrónico: borbon.alberto@inifap.gob.mx Institución: INIFAP	Participó en el establecimiento de módulos de validación, organizó y participó en los eventos de trilla.

2. Introducción

La evaluación de la calidad industrial en trigo es una herramienta fundamental en la selección de líneas candidatas a liberación. En trigos harineros se requiere variedades que permitan mejorar la Fuerza de gluten de las variedades Borlaug 100 y CIANO M2018 mientras que en trigos duros se busca contar con variedades que tengan buen contenido de proteína, color superior a 29 b* y de grano grande. En genotipos harineros la selección será para caracteres como alto peso hectolítrico, alto volumen de sedimentación, contenido de proteína en grano, fuerza y extensibilidad de la masa, volumen de pan, calidad de la miga, color de harina, entre otros. En trigos macarroneros o trigos duros la selección será por peso hectolítrico, peso de mil granos, punta negra, grano vítreo, volumen de sedimentación, contenido de proteína en grano y color amarillo en sémola (valor b) en Minolta.

En el noroeste de México esta actividad se ha desarrollado por un largo periodo de tiempo, permitiendo la generación constante de cultivares trigo harinero y cristalino. La evaluación de la calidad en parcelas de validación de líneas avanzadas y variedades comerciales, ha sido muy útil para asegurarnos del desempeño de las líneas y variedades en diferentes ambientes y con el manejo de los productores. Por lo anterior, se tuvo como objetivo evaluar la calidad industrial de 25 genotipos de trigo harinero y 30 genotipos de trigo duro en ensayos experimentales, mientras que en parcelas de validación se establecieron líneas candidatas y variedades comerciales a estas se les evaluó diferentes parámetros de calidad industrial.

Aunque en el sur de Sonora se ha tenido un importante avance genético con la generación de variedades con mayor potencial de rendimiento a pesar de los efectos del cambio climático, es

necesario identificar variedades con mayor fuerza de gluten, necesaria para reducir agentes mejoradores de harinas y mejorar la sanidad de las harinas que se consumen en el noroeste de México. Además de que permitirá reducir las importaciones de trigo harinero.

3. Objetivos

Objetivo Planteado	Comentarios
Caracterizar la calidad de la cosecha de trigo cristalino y harinero de parcelas de validación establecidas en el sur de Sonora.	Se anexa también resultados de la calidad industrial de trigo duro y harinero de los ensayos ERET Ciclo 2021-2022
Generar información que permita comparar la calidad de la cosecha de trigo de las variedades harineras BORLAUG 100, CIANO M2018, Onavas F2008, Fuerte Mayo F2026 y las líneas experimentales 4, 7 y Ravi SPR	Durante el ciclo 2021-2022 las variedades Onavas F2009, Fuerte Mayo se establecieron solamente en una parcela de validación de CENEB
Generar Información que permita comparar la calidad de la cosecha de trigo de las variedades cristalinas CIRNO C2008, CENEB ORO C2017, Isabel Oro C2018, Don Lupe C2020, Noroeste C2021 y las líneas avanzadas Ajaia y STOT.	

4. Productos-Entregables (alimentar con fotografías)

Producto /Entregable	Comentarios
Informe parcial de actividades	Se realizó la entrega en enero del 2022
Publicación DDA 2023	Se publicó la Calidad Industrial de Roely HP C2022 nueva variedad de trigo duro para el noroeste de México
Informe final de actividades.	Se hace entrega.

5. Descripción del desarrollo y resultados:

El estudio se desarrolló en el Laboratorio de Calidad del Campo Experimental Norman E. Borlaug (CENEB) del INIFAP. Las muestras de las parcelas de validación se recibieron en el Laboratorio a través del Investigador Colaborador de este proyecto Dr. Alberto Borbón Gracia. En el cuadro 1, se presenta la relación de las variedades evaluadas por localidad en el sur de Sonora, donde se muestra que las variedades harineras, se establecieron solo en las localidades de Benito Juárez en terrenos del productor cooperante Ing. Adolfo Banda y en el sitio experimental Valle del Mayo

(SEMAY) ubicado en Navojoa. Como Anexo a este informe se reportan los resultados de calidad de los ensayos ERET 2021-2022, que se conforman por 25 genotipos de trigo harinero, de los cuales se seleccionaron 16 genotipos para la evaluación de calidad industrial y 30 genotipos de trigo duro.

Cuadro 1. Relación de las variedades evaluadas por localidad en el sur de Sonora C2021-2022

LOCALIDAD	PRODUCTOR	FS	VARIETADES
HUATABAMPO	ING. FELIPE TERRAZAS	03/12/2021	DON LUPE C2020
			NOROESTE C2021
			CIRNO C2008
BENITO JUÁREZ	ING. ADOLFO BANDA	04/12/2021	CIANO M2018
			BORLAUG 100
			DON LUPE C2020
			CIRNO C2008
			NOROESTE C2021
			ROELY HP C2022
NAVOJOA	LIC. JÉSUS LARRAGUIBEL	20/12/2021	STOT
			CIRNO C2008
			DON LUPE C2020
			NOROESTE C2021
SEMAY-NAVOJOA	SITIO EXPERIMENTAL	11/12/2021	BW-4
			CIANO M2018
			BORLAUG 100
			DON LUPE C2020
			NOROESTE C2021
			CIRNO C2008
			ROELY HP C2022
STOT			

RESULTADOS DE CALIDAD INDUSTRIAL EN TRIGO HARINERO EN PARCELAS DE VALIDACIÓN.

Proteína en grano

En parcelas de validación Borlaug 100 promedió un contenido de proteína de 11.60%, mientras que CIANO M2018 obtuvo en promedio 12.32% en proteína (Cuadro 2). Cualquier factor que tenga un impacto en el rendimiento se manifestará también en el contenido de proteína. Borlaug 100 rindió 432 kilos más que CIANO M2018. Esta diferencia de rendimiento se le atribuyen a que las altas temperaturas que se registraron durante el llenado de grano afectando más a CIANO M2018 porque comparada con Borlaug 100 es una variedad de ciclo más tardío. El incremento de temperatura en esta región ocasiona que el ciclo vegetativo se acorte y se refleje en la reducción del rendimiento y por lo tanto del incremento de proteína en grano. CIANO M2018 presentó su potencial en contenido de proteína en la localidad SEMAY con un valor de 12.75%, localidad donde esta nueva variedad presentó el menor rendimiento con solo 6,548 kg ha⁻¹. Las líneas experimentales BW4, RAVY RPS y BORL 14/CHIPAK con un valor de proteína promedio de 11.60, 11.73 y 11.16% respectivamente no alcanzaron el contenido de proteína de CIANO M2018. BW4 es de ciclo vegetativo similar a CIANO M2018 y aunque rindió 490 kilos menos que CIANO M2018 su proteína fue inferior por lo que se considera a CIANO M2018 una excelente variedad para los productores del sur de Sonora.

Onavas F2009 y Fuerte Mayo F2016 arrojaron un valor de proteína de 10.07 y 11.50% respectivamente, aunque solamente se establecieron en una localidad.

Cuadro 2. Contenido de Proteína en grano (%) (al 12.5% de humedad) de variedades de trigo harinero evaluadas durante el ciclo otoño-invierno 2021-2022 en el sur de Sonora.

Variedad	Proteína%	Valor Máximo y Mínimo
CIANO M2018	12.32	12.11-12.75
BORLAUG 100	11.60	11.13-11.83
BW-4	11.96	11.55-12.37
ONAVAS F2009*	10.07	
FUERTE MAYO F2016*	11.50	
RAVY RPS*	11.73	
BORL/CHIPAK*	11.16	

*Una sola Localidad (CENEB).

La poca disponibilidad de semilla no permitió establecer la siembra de todos los genotipos en todas las localidades. En el cuadro 3, se presentan otras variables de calidad, donde destaca que ninguna línea experimental supera la calidad de las variedades testigo CIANO M2018 y Borlaug 100, sin embargo, la falta del análisis de Fuerza de gluten por alveogramas no permite hacer una conclusión sólida. Por ejemplo, el valor alto de SDS indica que puede ser una variedad de gluten fuerte, variedad que demandan los industriales, pero el bajo valor de VP no corresponde a una variedad de buena calidad.

Cuadro 3. Sedimentación (ml), volumen de Pan (CC), y Peso de mil granos (g) de variedades de trigo harinero evaluadas durante el ciclo otoño-invierno 2021-2022 en el sur de Sonora.

Variedad	SDS	VP	PH	PMG
CIANO M2018	10.5	820		48.3
BORLAUG 100	13.8	847		47.2
BW-4	18	792		37
ONAVAS F2009	12	790		41.7
FUERTE MAYO F16	11.5	820		41.5
RAVI	14	820		39.8
BORL 14/CHIPAK	10	760		46.1

RESULTADOS DE TRIGO DURO EN PARCELAS DE VALIDACIÓN

Roely HP C2022 alcanzó un contenido promedio de proteína de 13.83%, evaluado en tres localidades (CENEB, SEMAY y Villa Juárez), la nueva variedad presentó su máximo valor en proteína en la parcela de validación de SEMAY con un valor de 14.77%, mostrando una diferencia respecto al mejor

testigo CIRNO C2008 en 1.80% (Cuadro 4). La línea experimental STOT con un contenido de proteína de 12.19% supero ligeramente a CIRNO C2008. En la variable contenido de color en sémola (valor b del Minolta), la variedad **Don Lupe** C2022 confirma que es una variedad Oro, con valor b de 32.9b* superó a todas las variedades evaluadas, seguida por Roely HPC2022 que con un valor b de 30.8 también se caracteriza por ser una variedad de calidad Oro. Noroeste C2021 arrojó un valor b de 27.5 confirmando su superioridad con respecto a **CIRNO** C2008 con un valor b* de 25.3. La línea experimental STOT con 31.8 valor b* muestra ser una línea van calidad Oro. De acuerdo a estos resultados, las variedades liberadas en el Noroeste de México muestran un importante avance genético en dos de las características de calidad más importantes proteína del grano en la nueva variedad Roely HP C2023 y Color en sémola en todas las variedades con respecto a CIRNO C2008.

Cuadro 4. Contenido de proteína en grano promedio (%) de variedades de trigo cristalino evaluadas durante el ciclo otoño-invierno en el sur de Sonora.

Variedad	Proteína	color	Peso de mil granos
CIRNO C2008	12.03	25.3	53.9
NOROESTE C2021	11.71	27.5	51.6
DON LUPE C2020	11.98	32.9	46.7
ROELY HP C2022	13.83	30.8	42.0
STOT	12.19	31.8	49.1

En la localidad de Navojoa se presentaron altos niveles de panza blanca, donde se evaluaron las variedades CIRNO C2008, Don Lupe C2020 y Noroeste C2021 con 38.4, 86.5 y 76.8% panza posiblemente se debió a la por falta de una adecuada fertilización. En la localidad de CENEB estas mismas variedades promediaron 2.0, 18.0 y 28.1% de panza blanca, en ambas localidades las nuevas variedades rindieron más que CIRNO C2008.

6. Conclusión general del proyecto en parcelas de validación:

Entre las variedades evaluadas Roely HP C2022 obtuvo el mayor contenido de proteína, con niveles de color que la caracterizan como una variedad oro, por lo tanto, se considera una variedad muy competitiva siempre que el productor de un adecuado manejo de acuerdo al tamaño de su semilla.

Don Lupe C2020, Indiscutiblemente es una variedad Oro, con casi el 12.0% de proteína mostró ser una buena variedad, incluso en la localidad de Villa Juárez a pesar del acame que se presentó.

Noroeste C2021 fue la variedad con el menor contenido de proteína y su color, aunque mejor que CIRNO C2008, muestra ser una variedad con menor calidad que las variedades Don Lupe C2020 y Roely HP 2022.

La línea experimental STOT muestra ser competitiva con un contenido de proteína similar a CIRNO C2008, con buen contenido de color y mejor tamaño de grano comparado con Don Lupe C2020 y Roely HP C2022

ANEXO 1.

SE ANEXA RESULTADOS DE LA EVALUACION DE GENOTIPOS SELECCIONADOS DEL ENSAYO REGIONAL ERET CICLO 2021-2022.

En trigo harinero se seleccionaron 16 genotipos para su análisis de calidad (Cuadro 5) y 30 genotipos de trigo duro (Cuadro 6).

Cuadro 5. Genotipos de trigo harinero del Ensayo Regional Ciclo 2021-2022

BWER ET# Y21-22	CRUZA
1	ONAVAS F2009
2	BORLAUG 100
3	CIANO M2018
4	BECARD/FRNCLN//2*BORL14
5	BORL14*2/3/WBLL1*2/TUKURU//CROSBILL #1
6	ATTILA/3*BCN//BAV92/3/PASTOR/4/TACUPETO F2001*2/BRAMBLING/5/PAURAQ
7	BORL14/CHIPAK
8	MUCUY*2/3/PBW343*2/KUKUNA*2//FRTL/PIFED
9	KACHU/DANPHE//BORL14
10	BORL14*2//KACHU/KIRITATI
11	BECARD/FRNCLN//2*BORL14
12	KENYA SUNBIRD/KACHU//BORL14
19	PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/SOKOLL/WBLL1/4/HUW234+LR34/PRINIA//PBW343*2/KUKUNA/3/ROLF07/5/WHEAR/SOKOLL/6/BORL14/7/KASUKO
20	KACHU/SAUAL/3/TACUPETO F2001/BRAMBLING//KIRITATI*2/4/FRET2/TUKURU//FRET2/3/MUNAL #1
22	Pavon 76, 20'' + 1R.1D5+10-2(1D)/3*MUCUY
25	SR50/3*KENYA SUNBIRD

Cuadro 6. Genotipos de trigo duro del Ensayo Regional. Ciclo 2021-2022

DWE RET# Y21-22	CRUZA
1	CIRNO C2008
2	CENEB ORO C2017
3	DON LUPE C2020
4	HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4/CRAKE_10/RISSA/11/TATLER_1/TARRO_1/3/ALTAR 84/BISU_1//PLATA_2/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/TOPDY_18/F
5	AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/SOMBRA_20/4/SNITAN/5/SOMAT_4/INTER_8/6/GUAYACAN INIA/POMA_2//SNITAN/7//SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/3//SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYO/4//SOOTY_9/RASCON_37//SOMAT_3.1/3//SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/8//SOOTY_9/RA
6	CALERO/7/HUBEI//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*SOOTY_9/RASCON_37/4//SOOTY_9/RASCON_37/6/LIRO_3/LOTAIL_6/4/MUSK_4/3/PLATA_3//CREX/ALLA/5/SOMAT_4/INTER_8/8//SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/3//SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYO
7	STOT//ALTAR 84/ALD/3/PATKA_7/YAZI_1/4/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/5//SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/6/BAROY ECA ORO C2013/7//WID22202/4//SORA/2*PLATA_12//SOMAT_3/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/5/CF4-JS 21//TECA96/TILO_1
8	TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/3/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/4/CANELO_8//SORA/2*PLATA_12/5/CBC 501 CHILE/GUANAY/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/7//ALTAR 84/BINTEPE 85/3/STOT//ALTAR 84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/VANRRIKSE_12/SNITAN/6//SOOTY_9/RASCON_
9	P91.272.3.1/3*MEXI75//2*JUPARE C 2001/11/BOOMER_33/ZAR/3/BRAK_2/AJAIA_2//SOLGA_8/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/12/STR/4/JO69/3/JO69/CRA//CIT71/5/ALTAR 84/
10	SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/5/GREEN/SOMO/3/GODRIN/GUTROS//DUKEM/4/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/6/CBC 509 CHILE/5/2*AJAIA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR/7/CIRNO C 2008/3/KNIPA/TAGUA//PLANETA/TRILE/8/ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY/4/GRE
11	SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/5/GREEN/SOMO/3/GODRIN/GUTROS//DUKEM/4/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/6/CBC 509 CHILE/5/2*AJAIA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR/7/GUAYACAN INIA/2*SNITAN/3/ALTAR 84/BINTEPE 85//CAMAYO/8/CBC 509 CHILE/5/2*AJAIA_16//H
12	SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/5/GREEN/SOMO/3/GODRIN/GUTROS//DUKEM/4/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/6/CBC 509 CHILE/5/2*AJAIA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR/7/ALTAR 84/STINT//SILVER_45/3/GUANAY/4/GREEN_14//YAV_10/AUK/5/SOMAT_4/INTER_8/6/BCRIS/
13	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/PLATA_7//ILBOR_1//SOMAT_3/6/SOOTY_9/RASCON_37//JUPARE C 2001/3//SOOTY_9/RASCON_37//CAMAYO/7/CBC 509 CHILE/5/2*AJAIA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR/6/AJAIA_12/F3LOCA
14	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/PLATA_7//ILBOR_1//SOMAT_3/7/CBC 509 CHILE/5/2*AJAIA_16//HORA/JRO/3/GAN/4/ZAR/6/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/CHEN_1/TEZ/3/GUIL //CIT71/CII/5/
15	BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21/5/SILK_3/DIPPER_6/3/ACO89/DUKEM_4//5*ACO89/4/PLATA_7//ILBOR_1//SOMAT_3/12/AR TICO/AJAIA_3//HUALITA/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/P
16	TARRO_1/2*YUAN_1//AJAIA_13/YAZI/3/SOMAT_3/PHAX_1//TILO_1/LOTUS_4/4/CANELO_8//SORA/2*PLATA_12/5/CBC 501 CHILE/GUANAY/4/CNDO/PRIMADUR//HAI-OU_17/3/SNITAN/7//ALTAR 84/BINTEPE 85/3/STOT//ALTAR 84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/VANRRIKSE_12/SNITAN/6//SOOTY_9/RASCON_
17	AMRIA/BAROYECA ORO C2013/5/CAMON_5//HUI/YAV79/3/ALTAR 84/STINT//SILVER_45/4/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/3/PLATA_6/GREEN_17/8/RANCO//CIT71/CII/3/C OMDK/4/TCHO//SHWA/MALD/3/CREX/5/SNITAN/6/CALAMON_5//ZAKA/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.1




18	CNDO/VEE//PLATA_8/3/6*PLATA_11/6/PLATA_8/4/GARZA/AFN//CRA/3/GTA/5/RASCON/7/PAGA_7/8/ALTAR 84/BINTEPE 85/3/STOT//ALTAR 84/ALD/4/POD_11/YAZI_1/5/VANRRIKSE_12/SNITAN/6/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/9/BIRK_2/BARNACLA_7/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE
19	TRIDENT/3*KUCUK/7/CMH83.2578/4/D88059//WARD/YAV79/3/ACO89/5/2*SOOTY_9/RASCON_37/6/1A.ID 5+1-06/3*MOJO/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/CMOS_3/SOMAT_4/INTER_8/3/SOOTY_9/RASCON_37/4/HAMRI/CALAMON_1/5/BAROYECA ORO C2013
20	CMOS_3//SOMAT_4/INTER_8/3/SOOTY_9/RASCON_37/4/HAMRI/CALAMON_1/5/BAROYECA ORO C2013/9/ZAKA/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/8/STOT//ALTAR 84/ALD/3/THB/CEP7780//2*MUSK_4/6/ECO/CMH76A.722//BIT/3/ALTAR 84/
21	CMOS_3//SOMAT_4/INTER_8/3/SOOTY_9/RASCON_37/4/HAMRI/CALAMON_1/5/BAROYECA ORO C2013/6/GUAYACAN INIA/2*SNITAN/3/SOMAT_3/GREEN_22//2*RASCON_37/2*TARRO_2
22	RCEE_2/CMOS_3/3/GUAYACAN INIA/GUANAY//FUMA_5/4/BAUN_6/PAGA_4/5/MIRADOUX/3/AG 1-22/2*ACO89/2*UC1113
23	CMH83.2578/4/D88059//WARD/YAV79/3/ACO89/5/2*SOOTY_9/RASCON_37/6/1A.ID 5+1-06/3*MOJO/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/7/C F4 20 S/CALAMON_2/3/CANELO_9.1//SHAKE_3/2*AJAIA_2/8/SNITAN*2/RBC/9/IHWIR/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLAT
24	SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/7/CMH83.2578/4/D88059//WARD/YAV79/3/ACO89/5/2*SOOTY_9/RASCON_37/6/1A.ID 5+1-06/3*MOJO/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/8/SOMAT_3/GREEN_22/4/GODRIN/GUTROS//DUKEM/3/THKNEE_11/5/YAV79/BAR
25	SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/8/RISSA/GAN//POHO_1/3/PLATA_3//CREX/ALLA*2/7/EUDO//CHEN_1/TEZ/3/TANTLO_1/5/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC//BUB/RUFO/4/FNFOOT/6/MOJO/KITTI/9/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/3/PNIO_4/10/GUAYACAN INIA/GUANAY//FUMA_5/3/BAROYECA ORO C
26	TJILKURI/3/BARJ/PAGA_2//MARA_1/BARNACLA_1/5/MOHAWK/AYS_1/4/RCEE_2/CMOS_3/3/GUAYACAN INIA/GUANAY//FUMA_5
27	WID802/6/SNITAN/MALV_1//SNITAN/3/CANELO_9.1/SNITAN//PNIO_4/5/ZAKA/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3
28	MIWOK/7/2*BYBLOS/5/PHON/4/VRKS_3/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/6/GUAYACAN INIA/GUANAY//PORRON_4/BEJAH_7/3/VANRRIKSE_12/SNITAN
29	ICAKASSEM2/12/TAHIA_1/11/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA-D/5/AVO/HUI/7/PLATA_13/8/RAF197/9/MALMUK_1/SERRATOR_1/10/BARNACLA_4/13/ZAKA/3/AJAIA_12/F3LOCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/4/SOOTY_9/RASCON_37//WODUCK/CHAM_3/5/TADIZ/PAGA_4
30	MARGHERITA//GHMA_1/ARCH_3/7/GEROMTEL-3/5/GUAYACAN INIA/POMA_2//SNITAN/4/D86135/ACO89//PORRON_4/3/SNITAN/6/CIRNO C 2008

RESULTADOS DE ENSAYOS ERET CICLO 2021-2022 TRIGO HARINERO

Los genotipos se evaluaron en cuatro diferentes fechas de siembra, donde en general la cuarta fecha (30 de diciembre) fué la mejor para la expresión de calidad en contenido de proteína en grano, microsedimentación y volumen de pan, estas variables son las más importantes para caracterizar una variedad por calidad de procesamiento. En análisis de fuerza de gluten es básico, sin embargo, no ha sido posible reparar el equipo Alveoconsistografo, la falta de este equipo dificulta la selección por fuerza de gluten, característica de importancia en la industria molinera del trigo para el procesamiento de harinas. En el cuadro 7, se muestran los valores de proteína a través de fechas de siembra, donde se puede apreciar que con un valor de 11.95% de proteína en grano CIANO M2018 fue el mejor testigo y los genotipos que lo superan en esta variable son: 8, 22, 20, 25, 11, 19, 10 y 12.

Cuadro 7. Contenido de proteína en grano en genotipos de trigo harinero en cuatro Fechas de Siembra (FS). Ciclo 2021-2022

VARIEDAD	1FS*	2FS*	3FS*	4FS*	PROMEDIO
8	12.69	12.00	12.62	13.31	12.65
22	12.56	11.87	12.23	12.64	12.33
20	12.27	11.81	12.31	12.91	12.32
25	12.30	11.79	12.52	12.49	12.27
11	11.54	11.57	12.52	13.01	12.16
19	11.63	11.54	12.31	13.00	12.12
10	12.08	11.62	12.17	12.60	12.12
12	11.62	11.48	12.08	12.77	11.99
3	11.52	11.23	12.33	12.70	11.95
5	11.69	11.39	11.99	12.28	11.84
6	11.64	11.33	11.86	12.20	11.76
2	11.77	11.08	11.83	12.11	11.70
7	11.64	11.12	11.66	12.18	11.65
4	11.01	11.11	11.77	12.49	11.60
1	11.21	11.07	11.71	12.18	11.54
9	11.00	10.93	11.62	12.27	11.46
Promedio	11.76	11.43	12.10	12.57	11.97

*Promedio de tres repeticiones en cada fecha de siembra

Onavas F2009 (variedad 1), es el testigo de gluten fuerte con menor valor de proteína, lo que muestra la necesidad de generar nuevas variedades del grupo 1. Mientras que las variedades Borlaug 100 (variedad 2) y CIANO M2018 (variedad 3) del grupo dos, se caracterizan por presentar mejores valores de proteína consistentemente. La falta del equipo Alveoconsistógrafo no permite conocer la fuerza de gluten, sin embargo, se analizó el valor de microsedimentación (Cuadro 8), prueba química que permite seleccionar materiales con buena calidad de proteínas, no obstante, dicha prueba es subjetiva y no reemplaza la necesidad de contar con el valor de fuerza de gluten. Onavas F2009, de gluten fuerte fue el mejor testigo, y es precisamente por esto que la industria demanda variedades con la calidad similar a esta variedad o a la variedad Kronstad F2004. Solo los genotipos 8 y 12 superaron a Onavas F2009. CIANO M2018 con un valor de 14.8 ml fue el testigo con el valor de SDS más bajo, lo que prueba que es correcta su denominación de gluten medio. El contenido de proteína es más afectado por el calor que la calidad de estas proteínas, quizás por eso es que la variación entre fechas no es muy fuerte, salvo algunas excepciones.

Cuadro 8. Valor de microsedimentación (sds) en grano trigo harinero molido, evaluado en cuatro Fechas de Siembra (FS). Cielo 2021-2022

VARIEDAD	1FS*	2FS*	3FS*	4FS*	PROMEDIO
8	18.3	20.5	21.5	20.8	20.3
12	20.8	20.0	20.3	18.5	19.9
1	16.5	19.7	21.0	21.3	19.6
25	16.2	19.8	20.3	19.3	18.9
10	15.2	19.0	21.2	19.3	18.7
20	14.8	18.2	20.7	19.8	18.4
22	14.7	18.3	20.0	17.2	17.5
19	12.7	16.3	19.0	20.5	17.1
11	13.8	17.7	19.3	17.5	17.1
9	11.8	15.0	20.8	19.0	16.7
2	13.0	15.5	18.0	18.2	16.2
5	15.0	14.0	19.7	13.3	15.5
6	14.3	16.0	17.3	14.3	15.5
7	13.8	15.2	15.2	16.2	15.1
4	14.0	14.3	15.2	16.0	14.9
3	13.0	14.7	15.5	16.0	14.8
promedio	14.9	17.1	19.1	18.0	17.3

*Promedio de tres repeticiones en cada fecha de siembra

Con un volumen de pan de 854 cc, la variedad CIANO M2018 superó el 823 CC de Borlaug 100 y el 812cc de Onavas F2009. Mientras que los genotipos 20, 6, 22, y 10 superaron con 887, 872, 863 y 861 cc respectivamente a CIANO M2018. En cuanto a fechas de siembra, en la cuarta fecha se tuvieron los promedios más altos, al igual que el valor de proteína. Donde se corrobora la fuerte influencia del valor de proteína con la calidad panadera (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Volumen de Pan (CC) en genotipos de trigo harinero.
Ciclo 2021-2022**

VARIEDAD	1FS	2FS	3FS	4FS	PROMEDIO
20	857	848	925	918	887
6	920	842	855	870	872
22	852	867	860	875	863
10	818	887	858	880	861
3	880	825	818	892	854
8	835	843	828	900	852
11	825	830	858	892	851
4	808	818	863	903	848
12	815	817	870	885	847
25	852	812	817	902	845
7	798	870	835	868	843
5	823	830	838	863	839
19	820	823	867	840	838
9	750	865	830	850	824
2	843	828	760	862	823
1	813	792	805	838	812
Total general	832	837	843	877	847

*Promedio de tres repeticiones en cada fecha de siembra

RESULTADOS DE ENSAYOS ERET CICLO 2021-2022 EN TRIGO DURO

Peso Hectolítrico (kg/hl). El peso hectolítrico de todos los genotipos de trigo duro evaluados mostraron excelentes valores, lo que indica que las condiciones ambientales permitieron un buen llenado de grano para obtener excelentes rendimientos semoleros, esta es una de las características más apreciadas de los trigos que se producen en el noroeste de México.

Proteína en Grano (%). En el cuadro 11, se presentan los resultados del contenido de proteína en grano (%) en cuatro fechas de siembra (FS). La cuarta FS (30 de diciembre), promedió el valor más alto de proteína con 12.66% y el más bajo corresponde a la segunda FS. Los genotipos 5, 28, 22, 14, 23, 18, 10, 12, 11, 26, 17, 16 y 30 superan el 11.99% de proteína del mejor testigo por esta variable CIRNO C2008 (variedad 1). Mientras que Don Lupe C2020 (variedad 3), resultó con el valor más bajo de proteína con un promedio de 11.35%. La línea candidata en proceso de registro “Ajaia” (variedad 5) supero a todos los genotipos evaluados con un valor de proteína de 13.17% mostrando una diferencia con CIRNO C2008 de 1.3 puntos porcentuales, dicho de otra manera, Ajaia mostró un incremento de proteína en 9.8% más que CIRNO C2008.

EUA



**Cuadro 10. Peso hectolítrico de 30 genotipos evaluados en cuatro diferentes fechas de siembra.
Ciclo 2021-2022.**

VARIEDAD	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	84.7	83.3	82.7	80.7	82.8
2	85.0	84.5	84.3	82.3	84.0
3	84.0	82.3	83.0	81.2	82.6
4	84.8	84.7	84.7	82.7	84.2
5	85.0	84.5	84.0	82.7	84.0
6	85.0	84.5	84.5	82.7	84.2
7	84.7	83.8	84.2	82.2	83.7
8	83.0	81.5	82.2	80.8	81.9
9	83.7	82.5	82.0	80.8	82.3
10	84.0	83.2	82.8	81.3	82.8
11	82.7	81.7	81.5	79.8	81.4
12	84.3	83.3	83.7	82.3	83.4
13	83.2	82.7	83.0	81.5	82.6
14	85.5	84.3	84.2	83.3	84.3
15	84.7	83.8	84.0	82.0	83.6
16	83.7	82.0	82.5	81.3	82.4
17	84.0	84.0	84.7	82.5	83.8
18	85.3	84.0	84.8	84.0	84.5
19	85.2	84.0	85.3	82.8	84.3
20	85.2	84.2	85.2	83.2	84.4
21	85.0	84.2	85.7	83.5	84.6
22	83.7	83.0	84.0	83.0	83.4
23	84.7	83.8	84.2	83.0	83.9
24	85.8	85.2	86.0	85.0	85.5
25	86.3	85.2	85.7	85.0	85.5
26	83.2	82.3	82.7	82.3	82.6
27	85.2	83.8	84.3	83.7	84.3
28	84.8	83.8	83.2	84.0	84.0
29	84.0	83.3	82.7	82.7	83.2
30	85.2	84.2	84.5	84.0	84.5
PROMEDIO	84.5	83.6	83.9	82.5	83.6

Cuadro 11. Proteína en grano (12.5% de humedad) en 30 genotipos de trigo duro. Ciclo 2021-2022

VAR	1FS	2FS	3FS	4FS	PROM
5	13.41	12.54	13.06	13.65	13.17
28	13.25	12.56	12.97	13.47	13.06
22	12.98	12.07	12.69	13.37	12.78
14	12.49	12.09	12.76	13.01	12.59
23	12.92	11.76	12.60	13.01	12.57
18	12.58	11.86	12.25	13.33	12.51
10	12.27	12.27	12.65	12.77	12.49
12	12.83	11.60	12.07	12.79	12.32
11	12.20	11.80	12.09	13.05	12.29
26	12.10	11.79	11.97	13.15	12.25
17	12.28	11.99	12.27	12.44	12.25
16	12.05	11.79	12.18	12.56	12.14
30	12.01	11.35	12.25	12.43	12.01
1	11.67	11.88	11.72	12.71	11.99
25	12.26	11.40	11.82	12.37	11.97
6	12.17	11.65	11.61	12.42	11.96
27	12.16	11.25	11.86	12.55	11.95
19	11.98	11.08	11.81	12.70	11.89
29	11.95	11.22	11.80	12.46	11.86
13	11.84	11.45	11.73	12.36	11.84
7	11.90	11.31	11.47	12.63	11.83
15	12.11	11.37	11.49	12.33	11.82
24	12.01	11.12	11.56	12.24	11.73
9	11.94	11.13	11.44	12.27	11.69
21	11.58	10.82	11.64	12.45	11.62
4	11.42	11.24	11.29	12.40	11.59
2	11.51	11.19	11.46	12.15	11.58
8	11.22	11.05	11.46	12.44	11.54
20	11.51	10.75	11.20	12.43	11.47
3	11.36	10.75	11.40	11.88	11.35
PROM	12.13	11.54	11.95	12.66	12.07

Panza blanca (PB). El % de PB se evaluó en 10 gr de grano, y los valores fluctuaron entre 1.8 y 31.3%. El promedio general más bajo se registró en la cuarta fecha de siembra con 4.1% y el promedio más alto corresponde a la primera fecha de siembra con 12.3% de PB. Entre los testigos CIRNO C2008 (variedad 1) con un promedio de 3.3% de PB resulto con el menor valor, mientras que Don Lupe C2020 (variedad 3) con un promedio general de 31.3 % fue el genotipo con el valor más alto de PB (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Proteína en grano (12.5% de humedad) en 30 genotipos de trigo duro.
Ciclo 2021-2022**

VARIEDAD	1AF	2AF	3AF	4AF	PROM
1	6.0	0.0	6.1	1.5	3.4
2	9.4	24.7	15.3	9.0	14.6
3	37.1	55.6	17.0	15.6	31.3
4	11.9	23.9	23.5	6.8	16.5
5	3.1	13.9	0.7	0.0	4.4
6	8.8	9.3	16.9	6.5	10.4
7	6.3	25.5	22.1	0.7	13.7
8	6.5	7.1	3.5	0.0	4.3
9	4.9	28.9	10.5	0.0	11.1
10	1.6	4.0	2.2	2.6	2.6
11	3.4	4.5	3.0	0.7	2.9
12	3.6	0.7	5.8	4.5	3.6
13	1.6	6.7	1.2	0.8	2.6
14	5.9	10.4	6.2	0.7	5.8
15	9.4	17.1	18.4	0.0	11.2
16	1.7	1.9	3.4	1.3	2.1
17	18.3	1.8	3.0	5.3	7.1
18	22.9	7.1	3.6	1.3	8.7
19	35.7	9.1	3.3	2.3	12.6
20	39.1	16.5	25.8	4.1	21.4
21	21.6	12.3	13.1	4.4	12.8
22	1.7	1.8	4.2	4.7	3.1
23	3.4	4.2	4.1	0.7	3.1
24	14.4	5.4	16.1	4.5	10.1
25	9.7	16.0	15.1	13.0	13.4
26	17.5	2.9	18.4	3.9	10.7
27	15.7	4.2	17.1	7.4	11.1
28	1.6	0.6	4.9	0.0	1.8
29	29.6	4.4	25.0	14.3	18.4
30	17.6	9.4	4.1	6.5	9.4
Promedio	12.3	11.0	10.5	4.1	9.5

Color de sémola (valor b*). En color de sémola todos los genotipos evaluados superaron a CIRNO C2008 (Cuadro 13). Con un valor b* de 33.4, Don Lupe C2020 resultó ser el mejor testigo, mientras que Noroeste (variedad 4) promedió 28.79 valor b*. De los 30 genotipos evaluados, 26 de ellos superan el valor b* =29.00, para ser denominados de calidad oro, por lo que se espera que el color de

sémola en las futuras variedades Sonorenses deje de ser un problema. La línea Ajaia en proceso de registro representa una opción de trigo cristalino para los agricultores en los estados Sinaloa y Sonora, presenta parámetros de calidad mejor que la CIRNO C2008.

Cuadro 13. Color en sémola (valor b) en 30 genotipos de trigo duro. Ciclo 2021-2022

VAR	1FS	2FS	3FS	4FS	PROM
1	24.20	27.44	27.01	26.73	26.34
2	32.40	32.37	31.12	33.29	32.29
3	29.93	34.11	33.74	34.36	33.04
4	27.10	29.57	28.05	30.20	28.79
5	28.88	32.03	31.82	33.00	31.43
6	31.56	32.45	32.37	33.51	32.48
7	29.74	30.55	32.06	53.35	36.43
8	29.07	30.64	29.58	31.72	30.25
9	29.02	31.65	30.00	32.92	30.90
10	29.02	30.68	30.22	31.82	30.43
11	29.34	31.69	32.11	32.67	31.45
12	30.06	33.52	32.49	34.47	32.64
13	29.3	32.24	31.75	33.67	31.74
14	27.29	33.39	31.61	33.56	31.46
15	30.00	32.13	35.14	33.82	32.77
16	29.67	31.77	31.86	34.03	31.83
17	29.13	28.93	30.36	33.03	30.36
18	28.19	33.89	31.52	33.00	31.65
19	29.72	33.55	33.06	34.41	32.69
20	33.68	35.24	33.19	36.65	34.69
21	34.02	35.35	34.64	37.03	35.26
22	29.22	32.13	30.77	32.75	31.22
23	30.05	33.07	31.41	34.17	32.18
24	32.30	35.15	35.37	37.08	34.98
25	29.41	30.40	29.86	32.68	30.59
26	37.39	38.81	38.76	40.45	38.85
27	32.92	35.14	34.64	37.72	35.11
28	31.90	27.17	34.02	36.03	32.28
29	27.61	-	28.92	31.64	29.38
30	29.53	23.97	29.83	33.09	29.10
promedio	29.45	31.73	31.91	34.43	31.88

Peso de mil granos (gr). En el cuadro 13 se muestran los valores de peso de mil granos en 30 genotipos de trigo duro manejados con dos, tres y cuatro riegos de auxilio. Los genotipos 29, 10, 28, 17, 9, y 30 superan los 52.7 gr de CIRNO C2008, variedad testigo con excelente tamaño de grano, lo que se considera uno de sus mejores cualidades desde el punto de vista industrial.

Cuadro 13. Peso de mil granos (gr) en 30 genotipos de trigo duro con 2, 3 y 4 riegos de auxilio. Ciclo 2021-2022

VAR #	3AF 2 RA	3AF 3 AUX	4 RA	PROM
29	52.7	58.1	59.0	56.6
10	51.9	57.0	58.9	55.9
28	50.6	54.5	57.2	54.1
17	50.9	55.2	55.2	53.7
9	51.9	54.9	53.4	53.4
30	49.7	54.2	55.8	53.3
1	49.2	54.5	54.3	52.7
11	49.7	54.6	53.4	52.6
22	48.4	53.3	54.7	52.1
15	47.4	53.4	54.1	51.7
25	46.5	53.7	54.6	51.6
23	47.6	52.8	54.3	51.6
27	48.0	52.0	54.0	51.3
13	47.6	52.2	53.3	51.0
21	46.5	51.3	54.8	50.9
7	47.3	54.1	50.0	50.5
16	46.6	51.0	52.7	50.1
12	47.3	51.9	50.9	50.1
3	45.5	51.3	50.7	49.1
18	41.5	50.1	55.5	49.1
20	47.3	49.0	49.3	48.5
4	46.5	51.0	48.0	48.5
19	44.8	49.3	51.2	48.4
14	44.5	48.2	52.1	48.3
2	45.5	49.5	47.2	47.4
24	44.2	48.4	49.5	47.4
5	47.5	48.2	46.3	47.3
6	41.4	49.5	51.0	47.3
8	43.0	47.3	47.2	45.8
26	40.7	44.4	43.4	42.8

Conclusión general del proyecto:

En trigos harineros se cuenta con material de mejor calidad que los testigos, sin embargo, la falta de equipo para evaluar fuerza de gluten dificulta seleccionar líneas por calidad industrial.

Con la liberación de Roely HP C2022 se podrá mejorar el precio de comercialización por su alta proteína y alto valor b*, características que la industria de trigo duro bonifica.

Una de las variables más importantes a considerar en trigo duro es el peso de mil granos, porque es un factor que impacta en el acame de trigo en el sur de Sonora. De acuerdo a los resultados se destaca que la línea experimental 9 supera el peso de mil granos de CIRNO C2008, supera la proteína de Don Lupe C2020, Noroeste C2021 y CENEB Oro C2017 y supera considerablemente el color de Noroeste C202. Además, con rendimientos en la tercera fecha de siembra superior a todas las variedades comerciales excepto a Noroeste C2021, por lo que se sugiere como línea candidata a liberación.

FIRMAS



M.C. Edgar Adalberto Cubedo Ruíz
Jefe de Campo del CENEB-INIFAP



M.C. Gabriela Chávez Villalba
Responsable del Proyecto